R. ISTITUTO SUPERIORE AGRARIO DI PISA

LABORATORI DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI BATTERIOLOGIA AGRARIA
R. OSSERVATORIO REGIONALE DI FITOPATOLOGIA

115

O. VERONA E C. PETROSELLI

NOTE BATTERIOLOGICHE SU DI ALCUNI TERRENI DELLE "BIANCANE„ DI VOLTERRA (PISA)

Estratto dai *Nuovi Annali dell' Agricoltura*
Anno XV - 1935

IMPERIAL MYCOLOGICAL INST
11 FEB. 1936

1935 - XIII

Prof. ONORATO VERONA e Dott. CESARE PETROSELLI

Assistente — Allievo interno

nei Laboratori di Patologia vegetale e Batteriologia del R. Istituto superiore agrario di Pisa

Note batteriologiche su di alcuni terreni delle "biancane" di Volterra (Pisa)

Estratto dai **Nuovi Annali dell'Agricoltura**

Editi dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste

Anno XV - 1935

ROMA

ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO STATO

LIBRERIA

1935 - XIII

Prof. ONORATO VERONA e Dott. CESARE PETROSELLI

Assistente — Allievo interno

nei Laboratori di Patologia vegetale e Batteriologia del R. Istituto superiore agrario di Pisa

Note batteriologiche su di alcuni terreni delle "biancane" di Volterra (Pisa)

Estratto dai **Nuovi Annali dell'Agricoltura**

Editi dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste

Anno XV - 1935

ROMA

ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO STATO

LIBRERIA

1935 - XIII

Tipografia Operaia Romana — Via Emilio Morosini, 17 — Roma, 1935-XIII

Prof. ONORATO VERONA e Dott. CESARE PETROSELLI
Assistente Allievo interno
nei Laboratori di Patologia vegetale e Batteriologia del R. Istituto superiore agrario di Pisa

NOTE BATTERIOLOGICHE SU DI ALCUNI TERRENI DELLE «BIANCANE» DI VOLTERRA (Pisa)

I. — Alcune premesse di indole generale.

Lungo tutto il tracciato appenninico affiorano estese zone di depositi argillosi di età cenozoica e di origine marina, caratterizzati da una forte compattezza ed una grande erodibilità da parte delle acque. In Toscana si rinvengono in quel di Pisa, nei pressi di Volterra e nel Senese e sono designate genericamente «argille» o più comunemente «biancane», «mattaioni» o «crete»; come «calanchi» o «salate» sono designate nell'Appennino emiliano; «lame», «scrime», «ripe» nell'Appennino marchigiano e abruzzese.

Il difetto di fertilità non è la sola triste prerogativa di questi suoli collinosi, le cui ripide pendici, ove nessuna vegetazione le protegga, si trasformano rapidamente in botri. Dal punto di vista petrografico i principali costituenti, senza ricordare la presenza di solfuro di ferro probabilmente nelle sue modificazioni di pirite e di marcassite, da cui dipende, forse, il color grigio-azzurro di tali argille (1), sono rappresentati da carbonato di calcio e, in piccola quantità, di magnesio e da elementi silicei. Fisicamente, queste terre sono ricchissime di materiali colloidali ed in conseguenza di questo fatto, in parte, di un elevato potere di imbibizione da cui dipende una rilevante variazione di volume in connessione alla reazione tipicamente alcalina. È questa l'origine delle innumerevoli fenditure che si aprono durante la stagione secca e che dànno al paesaggio un aspetto quanto mai tipico.

In dipendenza alla loro origine marina tali suoli presentano un grado di salinità più o meno elevato. Sestini (2) in un'analisi da lui condotta, e che integralmente riportiamo nella tabella I, trovò una salsedine pari al 3 % di cloruro sodico.

Funaro trovò valori di poco inferiori all'1 %; Pratolongo valori compresi tra l'1 e il 2 %. Tale salsedine non è pertanto rappresen-

tata solamente da cloruro di sodio: vi si aggiungono, con effetti forse più sfavorevoli sulla vegetazione superiore, solfato di sodio e di calcio.

TABELLA I.

Analisi chimica graduale completa in 100 grammi di terra fina (Biancana di Lorenzana).

Secondo F. Sestini

	SOSTANZE			Somma complessiva
	Solubili in ac. acetico 5 %	Solubili in H Cl bollente	Non attaccabili dall'H Cl bollente	
Ossido di calcio	13,160	0,780	0,190	14,130
» di magnesio	0,775	0,725	0,563	2,063
» ferroso (1)	—	—	1,595	1,595
» ferrico	0,450	5,184	—	5,634
» di alluminio	—	5,351	5,611	10,962
» di potassio	0,037	0,975	1,948	2,960
» di sodio	0,134	0,390	2,353	2,877
Anidride silicica (2)	0,019	0,084	40,376	40,479
» solforica	0,326	0,056		0,382
» fosforica	0,027	0,167	52,636	0,194
Cloro	0,185			0,185
		13,712		
	15,113			
Anidride carbonica	11,378			11,378
	26,491			
Differenza tra Cl_2 e O	0,041			0,041
	26,450			
				92,798
Acqua igroscopica a 100° C				3,851
Materie volatili per differenza (3)				3,351
				100 —

Acqua per perdita al fuoco gr. 5,134.
Azoto totale » 0,160.
P. sp. 2,5392.
Acqua assorbita in 100 gr. di terra seccata all'aria gr. 67.

(1) Il ferro esiste nelle sostanze attaccate dagli acidi in parte anche allo stato ferroso, ma è stato determinato allo stato di ossido ferrico.

(2) La silice solubile è stata valutata allo stato di anidride silicica.

(3) Fra le sostanze volatili si trovano tracce di materie bituminose.

Ma ancora: un altro triste quanto costante attributo di queste argille è un grado di alcalinità variabile da luogo a luogo ed anche, secondo le nostre osservazioni, con il tempo, ma sempre relativamente elevato.

Dipende, dallo stato in essere di queste condizioni, aggravate da un molto incostante regime udometrico, che il paesaggio assume un aspetto d'insieme singolare come scorgesi nelle figure 1 a 7; mentre l'aspetto floristico rispecchia quello tipico dei terreni salsi e alcalini: vegetazione rada e triste, di assetati tamarici, atreplici, ginestre, artemisie; unica, tra le leguminose, la sulla. E solo là dove il grado di alcalinità e di salsedine tendono a diminuire è possibile per la scarsa erba, uno stentato pascolo.

Come rimuovere queste condizioni e come mettere a coltura in modo economicamente conveniente tali suoli, è problema assai arduo e difficoltoso. Ed anche problema relativamente moderno poichè del bonificamento di queste zone non troviamo cenno nè nei georgici latini, nè negli scrittori della Rinascenza. Occorre infatti risalire all'epoca in cui si affermò in Toscana, dopo la caduta dei Medici, la Casa di Lorena e precisamente all'opera di Leopoldo I (dimenticata figura di bonificatore), quando si volle il risanamento della valle di Nievole, della valle di Chiana e di quella Maremma d'infausta quanto recente memoria in cui risaltò sull'*ingegno matematico* (!) di Ximenes il *valore tecnico* del Fossombroni. Solo allora si pensò alla conquista delle colline argillose ed il punto di partenza lo si trova nella pubblicazione del saggio di G. B. Landeschi (1775) e nella ideazione da parte di Agostino Testaferrata di quel sistema di colmate, in traverso e a spina, atte a provvedere un più razionale sistema di disciplina delle acque ed un preventivo modellamento dei colli. Gli insegnamenti di Agostino Testaferrata ebbero tanta fervida attuazione e dotta illustrazione da parte di Cosimo Ridolfi quanta opposizione da quella di Pietro Cuppari il quale imperniava invece la sistemazione delle colline per le piante legnose sul terrazzamento e per le piante erbacee con i lavori a ritocchino (!).

Questo dissenso di vedute tra i due illustri agronomi dell'antico Studio Pisano non dovette certamente giovare al bonificamento dei terreni di collina e perciò i suggerimenti del valente Testaferrata non ebbero quella generale attuazione che fin da allora avrebbero meritato.

Modellato o sistemato, il problema di bonifica delle argille plioceniche si sposta e si impernia nelle lavorazioni poichè si tratta essenzialmente, in questi suoli così compatti e a carattere riducente, di favorire i processi ossidativi. Forse qui, risiede, la vera prima fase dell'agrario bonificamento, quella che, necessariamente, deve per

prima essere affrontata anche se irta di difficoltà, sopratutto economiche, poichè il dissodamento pur limitato a qualche decimetro di terreno richiederebbe milioni di chilogrammetri di lavoro tanto elevata essendo la tenacità e la adesività di tali argille. Ma con le lavorazioni è facilitata la penetrazione dell'acqua e quindi il dissalamento, la penetrazione dell'aria e quindi i processi ossidativi dei sali ferrosi con conseguente aumento del tasso idrogenionico. L'alcalinità può venire eliminata, a seconda della sua origine, con aggiunte di gesso là

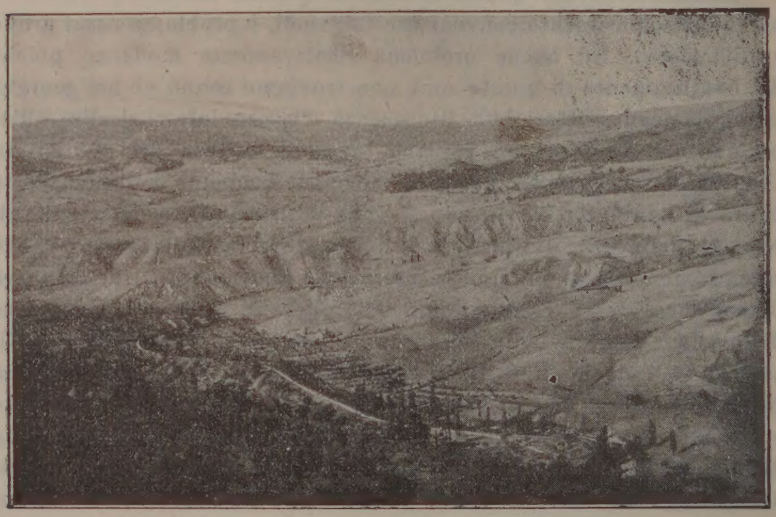

Fig. 1. — Veduta d'insieme di alcune colline plioceniche del Volterrano.

dove specialmente non abbondano sali, o con aggiunta di concimi fisiologicamente acidi.

L'ultima fase della bonifica di tali argille e che può considerarsi, diremmo, risolutiva è l'apporto di sostanza organica: apporto che trova la sua ragione d'essere nel fatto che tali suoli ne sono privi, completamente o quasi, mentre costituisce, per noi, la base della fertilità, sopratutto di ordine microbiologico.

Come si svolgano i processi microbiochimici in tali singolari terreni, e come varino in rapporto alle lavorazioni, concimazioni, alla coltura e al tempo, è fino ad oggi completamente ignorato; poichè nessuno in Italia se ne è occupato. Fra la bibliografia straniera

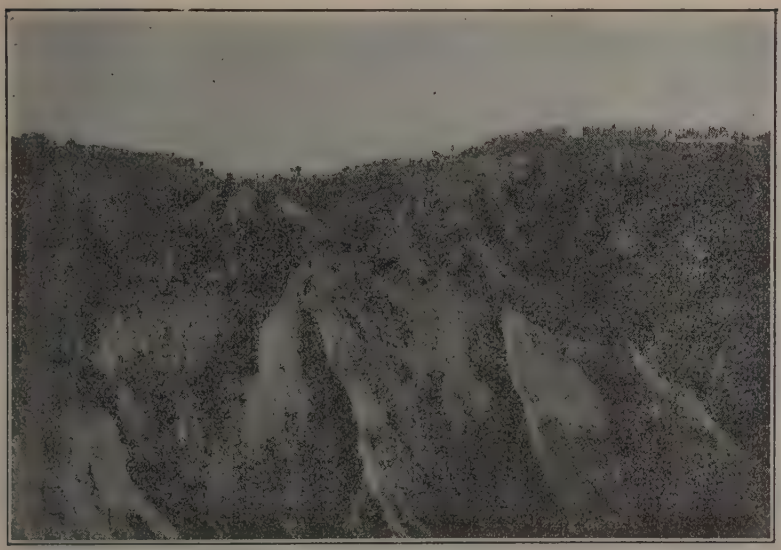

Fig. 2. — Terreni di Volterra; zona calanchica le cui ripide pendici, ove nessuna vegetazione le protegga, si trasformano rapida mente in botri.

Fig. 3. — Terreni di Volterra: zona calanchica.

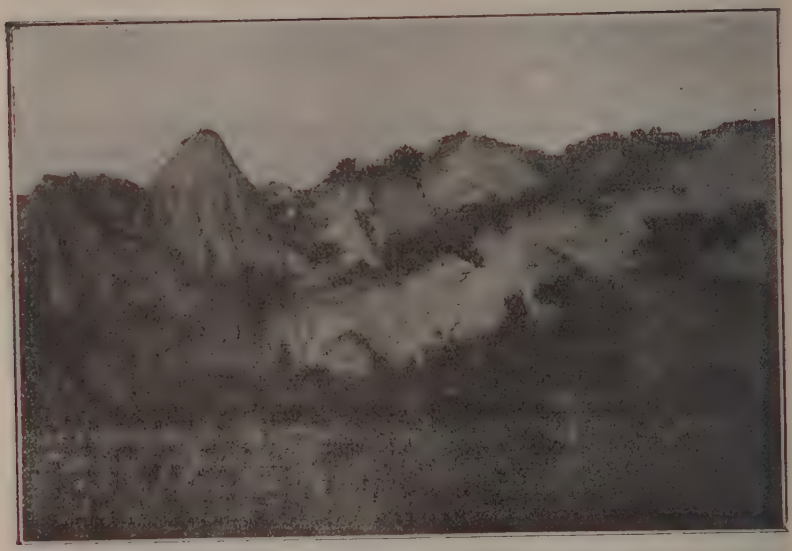

Fig. 4. — Paesaggio caratteristico delle crete volterrane.

Fig. 5. — Aspetti tipici del paesaggio volterrano.

Fig. 6. — Aspetti tipici del paesaggio volterrano.

Fig. 7. — Sotto la mano dell'uomo le colline si modellano e i botri scompaiono.

ci è dato appena di ricordare alcuni lavori di Greaves e collaboratori che per altro non ci interessano direttamente e che quindi non è il caso di dettagliatamente illustrare (3).

D'altra parte queste nostre prime note batteriologiche hanno tutt'altro che la pretesa di aver delineato a fondo il tipico stato microbiologico delle argille plioceniche: lo illustrano però in alcuni aspetti ed assumono valore indiziario ed orientativo di una certa importanza per eventuali ulteriori ricerche.

Limitammo le nostre indagini a tre campioni di suolo prelevati in superficie a 15-20 cm. e in profondità a 30-40 cm., uno nella tipica formazione priva di qualsiasi vegetale, gli altri in due campi a coltura, lavorati e letamati. I prelievi vennero eseguiti periodicamente, durante l'anno, in corrispondenza delle quattro stagioni e sempre venne eseguito, con l'esame batteriologico, l'esame fisico chimico onde aver nozione delle condizioni in essere dei suoli studiati nel momento in cui caddero le indagini microbiologiche. Tale esame infatti (tabella II) ci dà indice del contenuto salino in cloruro di sodio e solfati; specialmente questi ultimi, abbondanti, all'opposto del cloruro sodico che raggiunge valori d'un qualche rilievo soltanto nel terreno incolto e non negli altri ove il dissalamento può essere che sia avvenuto in seguito alle lavorazioni ed alla maggiore circolazione dell'acqua.

Scendendo all'esame della reazione risulta chiaro il carattere alcalino dei diversi campioni considerati. È tuttavia da notare la incostanza del reperto dosimetrico nel tempo anche là dove, come nell'incolto, nessuna influenza concimante o colturale viene esercitata, e sopratutto nei terreni a coltura ove per l'azione, verosimilmente, delle lavorazioni e delle letamazioni il pH scende alla neutralità e pur anche al disotto di essa. Tale fatto, non messo ancora in giusta evidenza, per quanto si sappia, assume una grande importanza nei riguardi della rettifica idrogenionica di tali suoli.

Il contenuto in carbonati è rilevante. Ciò che invece fa, in modo evidente, difetto è la provvista di sostanza organica che non raggiunge nel sottosuolo dell'incolto (giacchè negli altri fu sparso abbondantemente letame) il 2 %.

Per una maggiore comprensione dei caratteri ambientali di questa zona abbiamo voluto anche riportare nella tabella III i dati pluviometrici relativi agli anni 1923-1932. Le singole precipitazioni annue del decennio e le medie mensili decennali sono state altresì

TABELLA II.

Stato colturale e reperti sommari fisico-chimici dei campioni di terra oggetto della presente indagine microbiologica.

EPOCA	Qualifica	Incolto		A coltura I		A coltura II	
		a cm. 15-20	a cm. 30-40	a cm. 15-20	a cm. 30-40	a cm. 15-20	a cm. 30-40
Autunno	Acqua a 100° C.	2,21	2,45	2,26	2,94	4 —	4,09
	Sost. organica	2,25	1,66	15,08	5,02	5,47	4,02
	Ca CO_3	15,10	14,20	17,70	37,20	19,10	18,10
	p H	8,7	8,9	7,9	8 —	7,4	7,6
	Cl ‰	0,526962	0,596234	0,019792	0,012370	0,009896	0,017318
	Na Cl ‰	0,868614	0,982798	0,032724	0,020390	0,016312	0,028546
	Stato colturale	—		letamato: a grano		riposo su grano	
Inverno	Acqua a 100° C.	3,06	3,17	2,57	3,23	3,01	3,45
	Sost. organica	2,34	1,66	14,73	5,71	6,50	3,28
	Ca CO_3	19,20	18,20	24,30	27,30	23,20	19,20
	p H	7,8	7,7	6,6	6,6	6,8	6,8
	SO_4% solub. in H_2O	0,4702	0,4664	0,2586	0,2929	0,3021	0,3364
	,, ,, ,, HCl	0,5174	0,0896	1,2518	1,6550	1,1810	1,4585
	Stato colturale	—		grano		lavoro profondo con letamazione	
Primavera	Acqua a 100° C	3,06	3,02	2,26	2,59	3,07	3,17
	Sost. organica	2,30	1,54	10,28	5,15	10,76	9,25
	Ca CO_3	14,10	16,20	20,50	20,30	19,20	20,10
	p H	8,1	8,3	7,3	7,4	6,8	6,8
	Stato colturale	—		grano		prato di leguminose	
Estate	Acqua a 100° C.	2,61	3,08	0,84	1,20	1,39	1,72
	Sost. organica	2,35	1,58	10,43	6,77	8,69	6,25
	Ca CO_3	16,80	14,80	20,55	20,10	16,25	18,70
	p H	7,8	7,6	7,4	7 1	6,8	6,8
	Sabbia	10,32	16,83	47,50	30,28	27,09	25,52
	Argilla	67,92	63,71	20,68	41,65	46,58	47,81
	Stato colturale	—		stoppie		prato di leguminose	

TABELLA III.

Dati pluviometrici relativi al decennio 1923 - 1932

MESI	1923		1924		1925		1926		1927		1928		1929		1930		1931		1932		medie mensili decennali mm.
	mm.	g.	1925	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	
Gennaio	90,9	4	85,5	5	262,6	7	—	—	109,8	6	22,–	2	102,5	4	94,6	7	88,8	9	15,9	2	96,97
Febbraio	150,9	18	102,3	9	1008,3	11	—	—	98,1	4	19,–	7	68,2	9	75,3	6	172,9	11	27,–	5	191,33
Marzo	83,8	15	109,4	6	895,5	16	—	—	137,6	12	165,4	14	24,3	4	57,4	3	116,1	13	62,7	9	172,49
Aprile	309 –	12	104,7	8	741,1	9	—	—	57,5	3	97,2	8	101,9	12	97,3	6	49,2	2	75,4	6	181,48
Maggio	26,2	6	47 –	3	483,8	8	42,7	4	98,5	8	29,5	2	74,8	7	126,3	10	87,9	7	107,3	5	112,40
Giugno	65.7	5	203,6	6	128,2	5	60,4	4	—	—	21,–	3	42,2	2	71,8	3	3,–	1	17,4	2	61,33
Luglio	—	—	170,6	4	255,2	7	49,9	4	21,3	3	47,–	4	20,2	3	71,2	3	13,4	2	192,8	5	83,26
Agosto	44,8	3	142,3	3	112,5	4	—	—	—	—	22,–	1	10,5	1	23,4	2	7,4	1	5,2	1	36,78
Settembre	123,8	5	184,1	3	53,8	2	70,5	2	8,–	1	92,5	4	8,–	1	143,2	1	68,8	3	26,5	2	77,72
Ottobre	101,8	3	507,7	6	222,6	5	90,1	5	54,–	3	85,5	4	69,7	5	68,6	2	54,1	3	92,6	5	134,67
Novembre	110,6	7	—	—	680,8	14	269,4	9	36,2	3	246,5	9	64,4	5	21,5	2	101,2	6	76,2	3	160,68
Dicembre	210,2	5	193,9	6	390,5	8	79,3	4	106,8	4	85,–	3	95,3	8	65,7	6	39,4	6	98,8	5	136,49
Totali	1317,7	83	1811,1	59	5234,9	96	—	—	727,8	47	932,6	61	682,–	61	916,3	51	800,2	64	797,8	50	—

tradotte graficamente (fig. 8 e 9). Non ci è dato scendere a considerazioni di molto dettaglio; tuttavia non si può non notare una grande incostanza nel regime udometrico per cui si verificano scarti

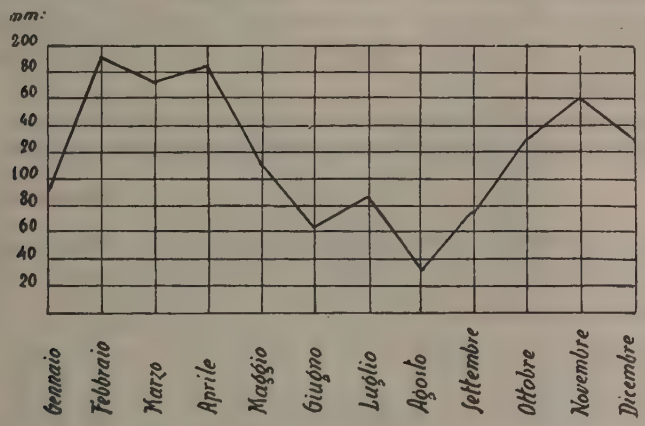

Fig. 8. — Medie mensili delle precipitazioni cadute nel decennio 1923-32.

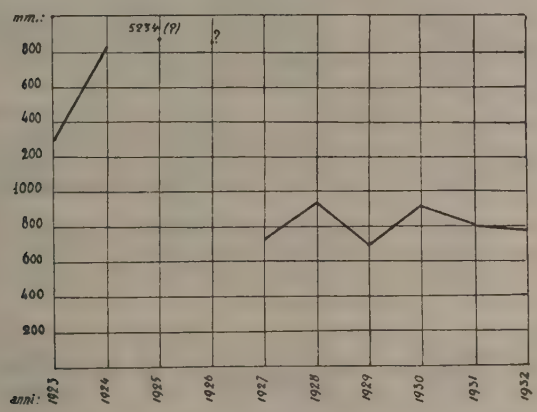

Fig. 9. — Precipitazioni annue registrate nel decennio 1923-32.

di notevole rilievo. Basti al riguardo considerare, nel decennio preso in esame, l'anno 1929 in cui non si ebbero neppure 700 mm. di pioggia e l'anno 1924 in cui si ebbero precipitazioni per 1811 mm. (1).

(1) I dati sono stati desunti dal Bollettino Idrografico del R. Genio Civile. Per il 1925 sono dati mm. 5234. Tale cifra ci sembra talmente elevata da far presumere un errore di registrazione o di stampa.

2. — Il contenuto quantitativo dei germi.

L'esame numerico dei germi contenuti nei tre campioni fu eseguito mediante conta delle colonie sviluppatesi su piastre allestite con agar-fagiuoli inoculate con un decimo (1/10) di cc. dello stemperamento di 1 di terra in 1000 di acqua sterile e coltivate per 15 giorni a 24-25° C.

Nella tabella IV e nel grafico della figura 10 sono riportati i risultati ottenuti dalla media di cinque determinazioni per campione.

Tabella IV.

Numero dei germi contenuto per gr. 1 di terra secca.

Terreno	profondità cm.	Epoca	Batteri		Attinomiceti		Funghi		Totale
			Totale	%	Totale	%	Totale	%	
Incolto. . .	15-20	Primavera . .	160.000	88,89	—	—	20.000	11,11	180.000
		Estate	2.760.000	98,68	17.000	0,60	20.000	0,72	2.797.000
		Autunno . . .	19.080.000	99,90	7.000	0,04	12.000	0,06	19.099.000
		Inverno . .	190.000	76	50.000	20	10.000	4	250.000
	30-40	Primavera . .	143.300	89,63	—	—	16.600	10,37	159.900
		Estate . . .	580.000	96,67	—	—	20.000	3,33	600.000
		Autunno . . .	21.600.000	99,75	55.000	0,25	5.000	—	21.660.000
		Inverno . . .	150.000	60	60.000	40	—	—	210.000
A coltura I.	15-20	Primavera . .	1.460.000	88,90	156.000	9,48	26.600	1,62	1.642.600
		Estate . .	2.060.000	98,57	13.000	0,62	17.000	0,81	2.090.000
		Autunno . . .	6.000.000	98,20	50.000	0,90	55.000	0,90	6.105.000
		Inverno . . .	6.500.000	99,55	20.000	0,30	10.000	0,15	6.530.000
	30-40	Primavera . .	2.076.600	90,99	180.000	7,85	26.600	1,16	2.293.200
		Estate	1.790.000	98,54	17.000	0,75	13.000	0,71	1.820.000
		Autunno . . .	1.930.000	88,94	235.000	10,83	5.000	0,23	2.170.000
		Inverno . . .	710.000	90,45	60.000	7,64	15.000	1,91	785.000
A coltura II.	15-20	Primavera . .	465.000	83,80	80.000	14,40	10.000	1,80	555.000
		Estate	2.250.000	97,93	27.000	1,18	20.000	0,89	2.297.000
		Autunno . . .	2.207.000	92,72	133.000	5,60	40.000	1,68	2.380.000
		Inverno . . .	1.450.000	92,64	65.000	4,16	50.000	9,20	1.565.000
	30-40	Primavera . .	813.300	89,02	66.000	7,32	33.300	3,66	912.600
		Estate	1.710.000	98,28	17.000	0,9	13.000	0,74	1.740.000
		Autunno . . .	1.880.000	98,95	—	—	20.000	1,05	1.900.000
		Inverno. . . .	720.000	63,17	90.000	7,89	330.000	28,94	1.140.000

Venendo al loro esame, non si notano profonde differenze nel tasso batterico tra i suoli a coltura, mentre emerge, di fronte a questi, il profondo disquilibrio che si determina nel tempo, nel terreno in-

colto. Questo è soggetto, infatti, a variazioni notevolissime, il numero dei germi ivi oscillando, da cifre mediocri come in primavera ed inverno a cifre che in autunno difficilmente è dato di rilevare,

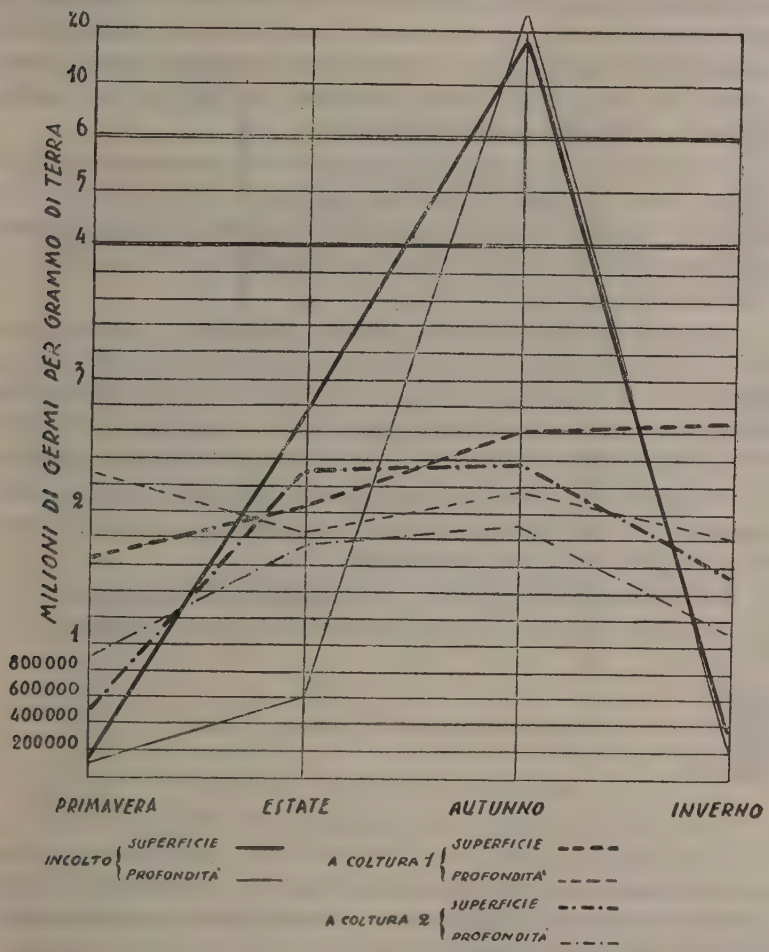

Fig. 10. Numero di germi contenuto in un gr. di terra.

usando analoga tecnica di ricerca, in altri suoli d'Italia. La causa di tali forti variazioni non è cosa facile a spiegare. Basandosi sull'esame qualitativo che mise in evidenza una microflora molto uniforme,

potrebbe pensarsi che in tale tipo di suolo si siano venute selezionando pochissime specie, particolarmente adattatesi al singolare ambiente, ed oltremodo sensibili nel loro sviluppo alle condizioni di mite temperatura e forte piovosità che si determina in autunno. Si tratterebbe di specie poco psicrofile, la cui attività moltiplicativa in inverno si arresta, mentre non riprende in primavera, perchè specie di tardo sviluppo, ma in estate valendosi dell'umidità che residua nel suolo e delle più elevate temperature.

Gli altri suoli, si è detto, si presentano microbiologicamente più assestati: non si hanno infatti forti oscillazioni ed anzi, nelle stagioni temperate, il numero complessivo dei germi si mantiene pressochè costante. Per essi però non va dimenticata la favorevole ed equilibratrice azione del letame.

Considerando nell'insieme il decorso stagionale, i minori incrementi si rilevano in primavera discostandosi il fatto dalla norma, sebbene tale norma sia relativa alle diverse condizioni pedologiche essendo note regioni nelle quali appunto il massimo contenuto batterico cade in altre stagioni. Qui, in ogni caso, si verifica in autunno.

Per quanto poi si riferisce alla profondità, negli strati profondi il tasso della carica batterica si mantiene, esclusa la primavera, sempre al disotto degli strati superficiali.

Per quanto riguarda, infine, le variazioni nei rapporti tra Batteri, Attinomiceti e Funghi, sarà riferito nel seguente paragrafo.

3. — L'isolamento delle forme.

Batteri – Attinomiceti – Funghi.

Prima di dare l'elenco delle forme isolate e determinate, in base all'esame della tabella IV e del grafico di fig. 11 ci è permesso di fare qualche considerazione generica nei riguardi della densità specifica di questi tre grandi gruppi di germi.

Per quello che si riferisce al suolo incolto notiamo che il maggior contenuto in Funghi, assai scarsamente rappresentati negli altri periodi, si verifica in primavera mentre in inverno emerge il forte contenuto in Attinomiceti, specialmente negli strati profondi.

Nei suoli a coltura le cose si svolgono in modo pressochè parallelo durante la primavera e l'estate : in primavera si ha una discreta percentuale di Attinomiceti, in estate percentuali ridottissime ed equivalenti di Attinomiceti e di Funghi. Durante l'autunno e l'inver-

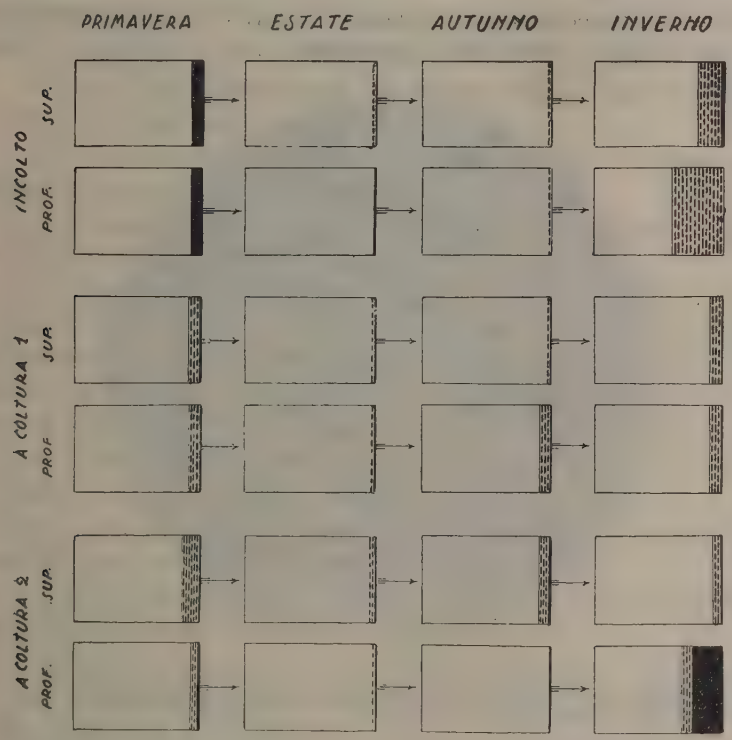

Fig. 11. — Rapporti percentuali fra batteri (in bianco), attinomicesti (tratto) e funghi (in nero) nelle diverse stagioni e nei diversi suoli esaminati.

no le cose cambiano : poichè, mentre negli strati superficiali del terreno a coltura I la presenza di Attinomiceti e di Funghi si fa sempre più ridotta, nel terreno a coltura II, invece, aumenta sensibilmente. In modo anche diverso si svolgono tali rapporti nel sottosuolo. Nel terreno a coltura II emerge, più che un pur evidente incremento nel numero degli Attinomiceti, il forte numero di Funghi.

Ciò premesso, elenchiamo le specie isolate ricordando che, per la loro determinazione, ci siamo attenuti nei riguardi dei Batteri ai trattati di Matzushita, Lehmann e Neumann sopratutto, e Bergey; nei riguardi degli Attinomiceti ai lavori di Krainsky e di Waksman; nei riguardi dei Funghi ai libri classici in materia.

1. – *Micrococcus roseus* (Bumm.) Lehm. et Neum. Isolato dal terreno incolto a 30-40 cm. di profondità.

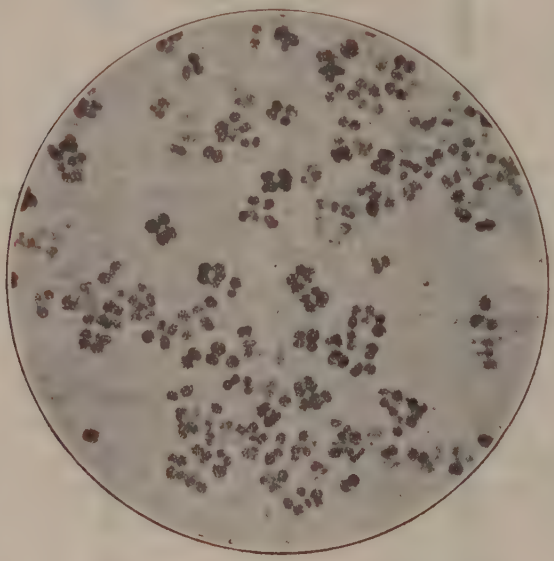

Fig. 12. — *Sarcina lutea* (Fl.) Lehm. et Stubenrath, preparato a fresco, da coltura su agar, colorato con violetto di genziana (ingr. 2700).

2. – *Micrococcus flavus* (Fl.) Lehm. et Neum. Isolato dal terreno incolto a 30-40 cm. di profondità.

3. – *Micrococcus agilis* Ali-Coken. Isolato dal terreno a coltura I, in superficie. Tale specie, che fu studiata parallelamente a *Micrococcus roseus*, se ne distingue bene non solo per la mobilità di cui è dotata, ma inoltre per il colore assai più corallino e l'aspetto delle strie su agar inclinato.

4. – *Sarcina lutea* (Fl.) Lehm. et Stubenrath. Isolata dal terreno a coltura I in profondità.

5. – *Bact. fluorescens-liquefaciens* (Fl.) Lehm. et Neum. Dai terreni incolto e a coltura I in superficie e dal terreno a coltura II in profondità.

6. – *Bact. disco formans* (Zimm.) Lehm. et Neum. Isolato dal terreno a coltura II in superficie.

7. – *Bact. coli* – simile (Escherich) Lehm. et Neum. Isolato dal terreno a coltura I in superficie.

8. – *Bact. cremoides* Lehm. et Neum. Isolato dal terreno a coltura I in superficie.

9. – *Bact. helvolum* (Zimm.) Lehm. et Neum. Isolato dal terreno a coltura II in profondità.

10. – *Bact. violaceum* (Schroeter) Lehm. et Neum. Isolato dal terreno a coltura I in profondità.

11. – *Bact. pyocyaneum* (Fl.) Lehm. et Neum. Isolato dal terreno a coltura II in superficie. Rileviamo come la presenza di questa specie sia piuttosto comune nel terreno poichè Perotti, Verona e collaboratori l'hanno, più di una volta, isolata anche dai suoli di Maremma.

12. – *Bac. subtilis* Cohn. Isolato dal terreno a coltura I e II in superficie.

13. – *Bact. mycoides* Flügge. Isolato dal terreno a coltura I in superficie e dal terreno a coltura II in profondità.

14. – *Actinomyces griseus* Krainsky. Quasi in tutti i suoli ove erano presenti Attinomiceti.

15. – *Actinom. albus* Krainsky. Idem come sopra.

16. – *Actinom. griseoflavus* Krainsky. Isolato dal campione di terra dell'incolto in superficie.

17. – *Actinom. Lavendulae* (?) Waksman et Curtis. Isolato dal terreno a coltura I in profondità. La specie isolata abbiamo ragione di credere, per il complesso dei suoi caratteri, che sia riferibile ad *Act. Lavendulae*. In mancanza però di ceppi di confronto, della sua determinazione non siamo certi.

18. – *Actinom. violaceus* Waksman et Curtis, Isolato dall'incolto in superficie.

19. – *Torulopsis terricola* Verona. Isolata dal terreno incolto in superficie. È stata l'unica Torulacea isolata da questi suoli.

Di essa è stato riferito a parte (4) insieme ad un'altra nuova specie contemporaneamente isolata dai terreni di Somalia.

20. – *Fusarium herbarum* (Cda) Fr., in Lindau, *Hyphomyc.* II, pag. 529; Ferraris, *Hyphales*, pag. 84. Isolato dal terreno a coltura II in superficie.

21. – *Fusarium lateritium* Nees, in Lindau op. citata, pag. 526; Ferraris, op. cit., pag. 79; Wollenweber, *Fusarium-Monographie*, pag. 370. Isolato dal terreno a coltura I in profondità.

22. – *Fusarium* sp. Ceppo di non facile identificazione. Isolato dal terreno a coltura I in superficie.

23. – *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, in Lindau, *Hyphomyc.* pag. 800; Ferraris, *Hyphales*, pag. 331. Isolato dal terreno a coltura I in superficie.

24. – *Alternaria tenuis* Nees, in Lindau, *Hyphomyc.*, pag. 262; Ferraris, *Hyphales*, pag. 516. Isolata dal terreno a coltura I in profondità e dal terreno in coltura II in superficie.

25. – *Alternaria* sp. Isolata dal terreno a coltura I in superficie. Ceppo indeterminato. Non identico alla specie precedente.

26. – *Cylindrocephalum stellatum* (Harz) Sacc., in Saccardo, *Syll.* IV, pag. 64; Lindau, *Hyphomyc*, pag. 100; Ferraris, *Hyph.*, pag. 614. Isolato dal terreno incolto in superficie.

27. – *Cephalosporium* sp. Isolato dal terreno a coltura I in superficie. Specie non determinata. In coltura su agar–fagioli forma una vegetazione effusa, bianca, delicata. Ife vegetative semplici, difficilmente ramificate, settate, spesse μ 2,5 in media. Ife fertili (conidiofori) a disposizione alternata ed inserite ortogonalmente sulle ife vegetative; semplici, continui lunghi, μ 60-80, portanti all'apice un ammasso globoso di spore di μ 10-14 di diametro. Spore ialine, continue, non guttulate, ovoidi di μ 3,3–4,5 per 1,8–2,2.

28. – *Aspergillus candidus* Link. in Lindau, *Hyphomyc.*, pag. 49; Ferraris, *Hyphales*, pag. 623; Thom e Church, *The Aspergilli*, pag. 157. Isolato dal terreno a coltura II in superficie.

29. – *Aspergillus niger* Van Tiegh., in Thom e Church, *The Aspergilli*, pag. 167. Isolato dai terreni a coltura I e II.

30. – *Aspergillus ochraceus* Wilhelm, in Thom e Church, *The Aspergilli*, pag. 188. Isolato dall'incolto in superficie.

31. – *Penicillium ochraceum* (Bainier) Thom, in Thom, *The Penicillia*, pag. 309. Isolato dal terreno incolto in profondità.

32. – *Pen. crustaceum* Fries, in Thom., *The Penicillia*, pag. 406. Isolato dal terreno a coltura II in superficie.

33. – *Pen. glaucum* Link., in Thom, *The Penicillia*, pag. 407. Isolato dal terreno a coltura I in superficie.

34. – *Rhizopus nigricans* Ehr. Saccardo, *Syll.* VII, pag. 212. Isolato dal terreno a coltura I in superficie.

Protozoi.

Lo studio dei protozoi delle crete volterrane non ha formato oggetto di nostre dirette ricerche le quali si debbono, invece, alla dott. B. Brunetti (5).

Da esse risultò (comunicazioni verbali) che il terreno incolto è completamente sprovvisto di Protozoi, il quale fatto assume importanza singolare poichè non si conoscono suoli in cui manchino protozoi, sia pure allo stato di cisti. Nei terreni a coltura sono invece presenti ancorchè in quantità limitata. Dei due campioni esaminati il più ricco risultò quello prelevato in profondità nel terreno a coltura II ed anche questo fatto risulta eccezionale rinvenendosi, con più abbondanza, per quanto si sa, negli strati superficiali.

Nei riguardi qualitativi risultò la quasi assoluta mancanza di ciliati essendo stato rintracciato soltanto *Colpoda Steinii* Maupas; la scarsezza di flagellati rappresentanti di due specie appartenenti ai generi *Heteromita* e *Oikomonas*; la relativamente grande abbondanza, per contro, delle Amebe rappresentate da 12 specie appartenenti a 7 generi diversi. Di tali amebe se ne hanno alcune già segnalate come presenti nel terreno; altre non ancora ivi rinvenute ed altre, infine, non ancora descritte e nuove. Notevole, in tutti i casi, la mancanza di amebe tipo *limax* in genere ricordate come presenti in tutti i terreni.

In definitiva, si tratta di suoli aventi una fauna protozoica ridottissima (se non assente, come nelle argille nude) in cui prevalgono le amebe sui flagellati scarsissimi ed i ciliati quasi assenti.

L'Azotobatterio, i nitrificanti, i cellulositici ecc.

Data l'importanza agraria delle funzioni cui presiedono, si sono voluti segnalare a parte tali germi.

Per quanto si riferisce all'*Azotobacter chroococcum* Beyerinck, esso fu sempre rinvenuto presente in ogni campione ed in ogni momento. Dobbiamo però rilevare come più abbondantemente fu rinvenuto nei terreni a coltura I e II specialmente in superficie, ed in quantità assai scarsa, invece, in profondità e nel terreno incolto, dove era scarso anche in superficie. Tuttavia, là dove appariva difettosa la densità dell'Azotobatterio si dovette registrare nelle colture selettive allestite in liquido di Beyerinck una maggiore presenza di forme a bastoncino lungo a comportamento verosimilmente oligonitrofilo (fig. 13 e 14) ed alle quali con probabilità è da ascriversi in parte il riscontrato guadagno in azoto (v. Tabella IX).

La presenza dei nitrificanti fu accertata con un certo interesse poichè in alcuni casi si aveva ragione di sospettare della loro assenza non avendosi qualche volta formazione di nitrati nelle colture di arricchimento allestite con il liquido di Omelianski.

Infatti, allestendo colture d'isolamento sia con il metodo di Perotti ai blocchetti di carbonato di magnesio, sia con il metodo di Winogradsky, mai furono rinvenute forme nitrificanti nel sottosuolo dei terreni esaminati durante l'autunno. La loro presenza si svelò, invece, sebbene scarsamente, negli altri periodi ed in specie nell'incolto.

La ricerca dei cellulositici aerobi venne eseguita con la ormai nota tecnica delle piastre al silico-gele, pervenendo a risultati quali ci attendevamo e cioè: assoluta mancanza di qualsiasi forma nel terreno incolto, scarsissima presenza negli altri e in seguito, probabilmente, alle somministrazioni di letame. Nel terreno a coltura I fu rinvenuto, in superficie e in profondità, *Cytophaga Hutchinsonii* Winogr.; nel terreno a coltura II *Cytophaga Winogradsky* Ver. e *Cellovibrio ochracea* Winogr.

La presenza, in tali suoli, di solfati ci suggerì di ricercare la formazione di H_2S. I reperti, come verrà precisato in seguito, dettero sempre risultato positivo; le colture di isolamento allestite secondo Van Delden ci dimostrarono, riferendosi qui all'esame qualitativo, non solo la presenza di *Microspira desulfuricans* di Beyerinck, ma anche di altri germi non identificati e che ci proponiamo di studiare in avvenire.

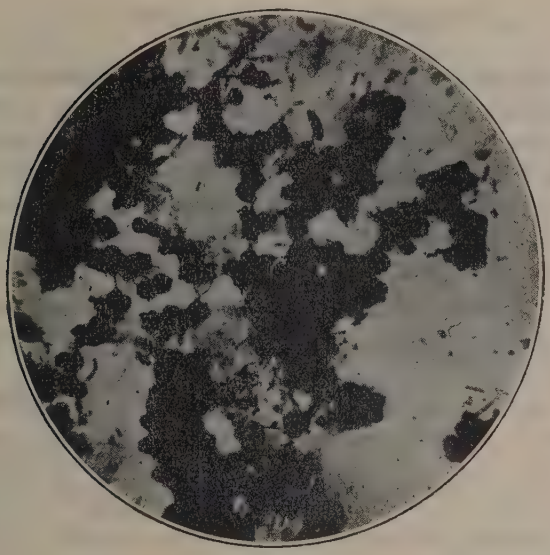

Fig. 13. — Ammassi di Azotobatteri del terreno a coltura (ingr. 1350).

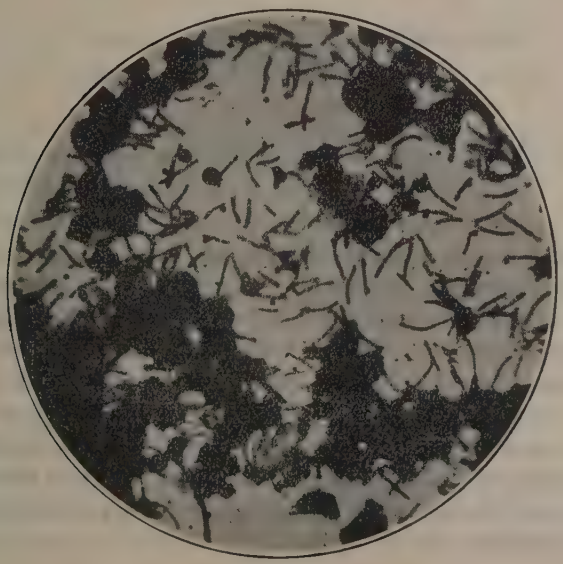

Fig. 14. — Azotobatteri soci ad altre forme oligonitrofile del terreno incolto (ingr. 1350).

4. — L'ATTIVITÀ RESPIRATORIA.

Per determinare la produzione di CO_2 operammo come segue: In un recipiente sufficientemente grande e a perfetta tenuta ponemmo una quantità di materiale corrispondente ad 1 kg. di terra secca. Attraverso questo recipiente venne fatta circolare aria con adatto dispositivo di aspirazione, priva di CO_2 mentre quella svolta dal terreno veniva, con gli accorgimenti d'uso, raccolta su KOH e pesata dopo un'incubazione di 24 ore a 24° C.

Tale ricerca fu estesa a tutti i campioni; però, nei riguardi delle stagioni, limitata all'inverno e alla primavera. Fu ottenuto:

TABELLA V.

TERRENO		mmg. di CO_2 per Kg. di terra secca dopo 24 ore a 21° C.	
		Inverno	Primavera
Incolto	a cm. 15-20	6,5	6.9
	» 30-40	4,8	5,7
A coltura I.	a cm. 15-20	14,6	16,5
	» 30-40	13,9	17,1
A coltura II.	a cm. 15-20	10,2	20,5
	» 30-40	11,5	22,7

La piccolissima quantità di CO_2 che si produce in tali suoli, anche in primavera quando il processo potrebbe a ragione supporsi attivato, richiama l'attenzione in quanto che non ha riscontro in alcun altro terreno da noi e da altri esaminato ed ove si sono raggiunti valori, talvolta, pari a mmg. 100-200 per kg. di terra secca. Indubitatamente, il fatto, deve relazionarsi alla scarsezza di sostanza organica ed alla limitata presenza dei cellulositici; lo indicano più che le considerazioni di carattere dottrinale, i reperti avuti nei suoli a coltura (I e II) letamati e coltivati in confronto di quelli relativi al suolo incolto.

5. — Il processo di ammonizzazione.

Furono inoculati 10 cc. di una soluzione acquosa di peptone all'1,5 % con 5 cc. dello stemperamento di terra in acqua nel rapporto di 1:5; fu coltivato per quattro giorni a 24° C., indi distillato in presenza di magnesia. Le prove furono eseguite in quadruplo e nella tabella VI sono consegnati i valori medi rapportando la quantità di NH_3 prodottasi ad un litro di soluzione putrescibile.

Tabella VI.

Terreno		NH_3 gr. per litro di soluzione			
		Primavera	Estate	Autunno	Inverno
ncolto	a cm. 15-20	1,04766	0,96288	1,00824	0,65414
	» 30-40	0,80899	0,75990	0,74466	0,59070
A coltura I.	a cm. 15-20	0,94106	1,01320	0,99773	0,67235
	» 30-40	0,96007	1,10977	1 01940	0,72517
A coltura II.	a cm. 15-20	1,00788	0,99186	0,97724	0.72998
	» 30-40	1,07253	1,03045	1,00399	0,73958

Le differenze registrate nei riguardi dei diversi tipi di suolo non sono notevoli (fig. 15); soltanto infatti nel terreno incolto, in profondità, si ha un rendimento in NH_3 diverso e inferiore a quello degli altri.

I valori dati dal sottosuolo nei terreni a coltura si dimostrano sempre leggerissimamente superiori a quelli dati dal soprasuolo. Nei riguardi delle stagioni, la produzione di NH_3 si mantiene pressochè costante in primavera, estate, autunno, abbassandosi solo considerevolmente in inverno.

Considerando infine l'andamento generale del processo ed il suo rendimento nei riguardi di quanto si verifica in altri suoli, si nota che esso si manifesta con una certa regolarità e quindi, a seconda delle stagioni, ora inferiore, ora superiore. Ne dà un'idea il grafico

della fig. 16 ove sono riportati i dati di alcune regioni desunti dalla media dei valori trovati in superficie e in profondità per i diversi campioni esaminati.

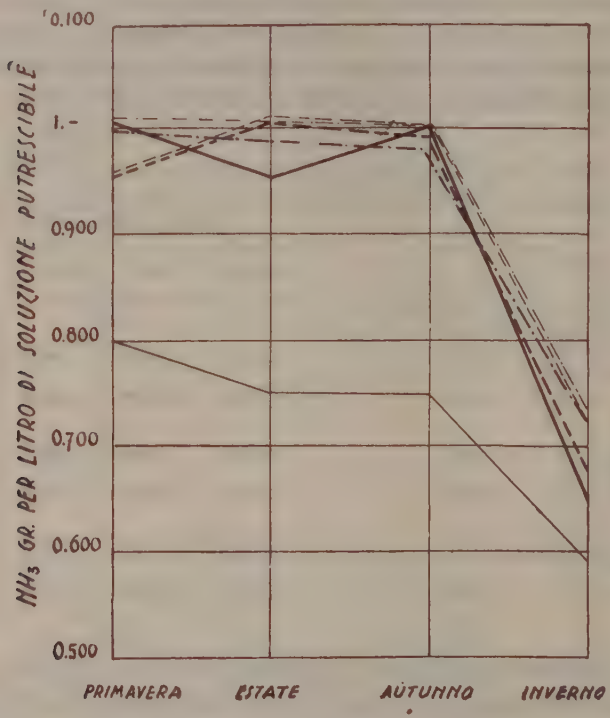

Fig. 15. — Andamento grafico del processo di ammonizzazione nei terreni volterrani (per i segni vedasi fig. 10).

6. — Il processo di nitrificazione.

In piccole Erlenmeyer contenenti 50 cc. di soluzione di Omelianski fu innestato 1 gr. di terreno determinando i nitrati presenti dopo 25 giorni di coltura a 24° C. Nella tabella VII sono riportati i risultati riferiti a 1000 di soluzione, che rappresentano la media di tre determinazioni.

TABELLA VII.

TERRENO		HNO_3 gr. per litro di soluzione			
		Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Incolto	a cm. 15-20	0,0010	0,0020	0,0125	0.0013
	» 30-40	0,0010	0,0010	—	—
A coltura I	a cm. 15-20	0,0043	0,0020	0,0319	0,0190
	» 30-40	0,0030	0,0050	—	0,0013
A coltura II	a cm. 15-20	0,0010	0,0010	0,0216	0,0045
	» 30-40	0,0060	0,0010	—	0,0012

L'attività nitrificante di tali suoli (fig. 17) non appare rilevante. Paragonati fra loro, emerge la relativa uniformità con cui i processi si svolgono in superficie, i valori aggirandosi intorno a cifre non molto discoste, qualora si eccettui l'inverno. Tuttavia più attivo si dimostra il terreno a coltura I, indi il terreno a coltura II, cui segue l'incolto.

Una qualche uniformità di valori si registra anche nel sottosuolo, ma quivi il processo è di norma meno intenso.

Considerando il suo svolgersi nel tempo si nota che in superficie i minimi hanno tendenza a portarsi durante l'estate mentre i massimi in autunno. In profondità, le cose si svolgono invece diversamente e mentre il massimo si verifica in primavera, il minimo si ha durante il periodo freddo specialmente in autunno.

Il confronto con terreni appartenenti ad altre regioni può farsi esaminando il grafico alla fig. 18 ove sono riportati i valori desunti dalla media dei dati relativi ai campioni esaminati, solo considerando, però, il soprasuolo non essendo sempre paragonabili con questo i dati del sottosuolo.

7. — I PROCESSI RIDUTTIVI

Denitrificazione.

In Erlenmeyer contenenti 50 cc. di liquido di Giltay vennero innestati 10 cc. dello stemperamento di 1 di terra in 1 di acqua. Co-

me indice di misura fu considerato il tempo necessario alla scomparsa di nitrati dalla soluzione.

Per i risultati veggasi la tabella VIII.

TABELLA VIII.

		ore occorse per la completa denitrificazione			
		Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Incolto	a cm. 15-20	209	La denitrificazione non ebbe luogo	58	49
	» 30-40	248		non dentrif.	73
A coltura I	a cm. 15-20	89		41	36
	» 30-40	89		41	49
A coltura II	a cm. 15-20	65		41	49
	» 30-40	65		43	40

La proprietà riducente di questi suoli, almeno in alcuni periodi, è evidente. Specialmente durante i periodi freddi e umidi (autunno e inverno) la denitrificazione si svolge infatti veloce in ogni campione; tanto veloce che non trova riscontro in alcuno degli altri suoli, diversi da questi, da noi esaminati: neppure in un suolo torboso esaminato nelle stesse epoche ed il cui potere riducente era indubbio (6). Col sopraggiungere, però, delle temperature miti i processi rallentano: il fatto è specialmente evidente nel suolo incolto. Durante l'estate poi essi subiscono un periodo di completa stasi. Grandi differenze fra suolo e sottosuolo non si avvertono nei terreni a coltura, e solo nell'incolto si nota come i processi si svolgano più lenti negli strati profondi.

La riduzione dei solfati.

La produzione d'idrogeno solforato è un triste attributo che accompagna quasi tutti i suoli aventi spiccato potere riducente: perciò era da attendersi anche dai terreni in parola: in questi anzi con maggiore intensità data la notevole presenza, in essi, di solfati.

Per le prove relative allestimmo recipienti di vetro pieni di adatto liquido (acqua 1000, asparagina 1, lattato ammonico 5, fosfato bipotassico 0,5) addizionato in una serie di 5 di solfato di calcio

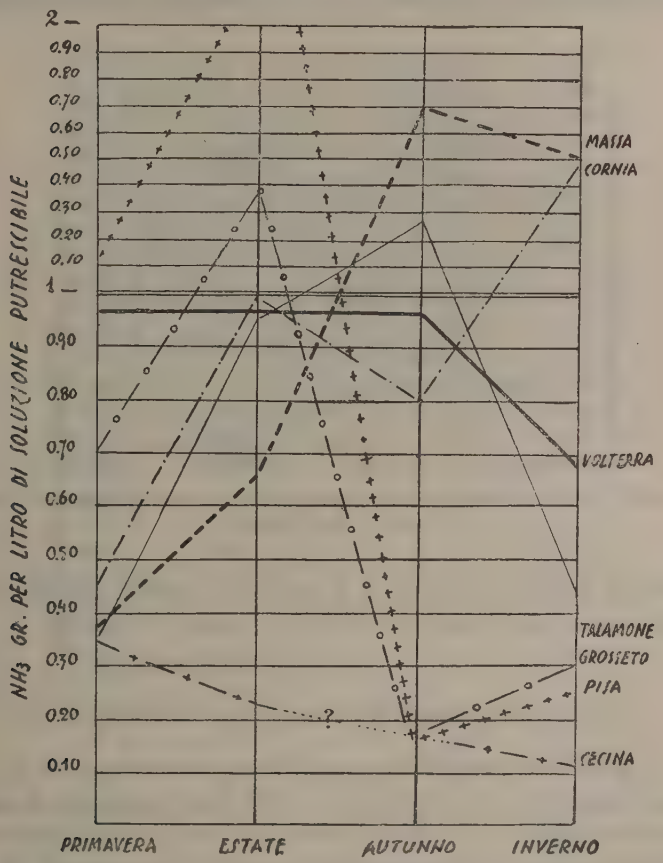

Fig. 16. — Andamento grafico del processo di ammonizzazione nei terreni di Volterra ed in terreni di altre regioni toscane.

e in un'altra di 5 di solfato di magnesio. Sterilizzati, furono inoculati con gr. 1 di terra di ogni campione e coltivati a 24° C. Al quindicesimo giorno manifestamente abbiamo avvertito in ognuno dei recipienti di coltura produzione singolarmente *intensa* di idrogeno solforato. Ovunque, quindi era avvenuta riduzione: sia dei solfati solubili

(Mg) che poco solubili (Ca); e sia da parte del terreno incolto che dei terreni a coltura, in superficie ed in profondità.

Come è stato accennato in precedenza, colture di isolamento provenienti dai recipienti di coltura, ci accertarono della presenza di

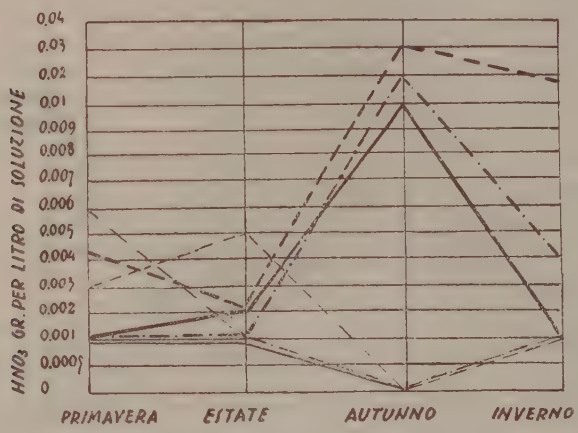

Fig. 17. — Andamento grafico del processo di nitrificazione nei terreni di Volterra (i segni come in fig. 10).

Microspira desulfuricans Bey. e di altri germi aventi analogo comportamento, non determinati e, forse, non ancora conosciuti.

8. — La fissazione dell'azoto elementare.

In grandi Erlenmayer contenenti 250 cc. di liquido di Beyerinck e creta furono innestati 20 cc. dello stemperamento di terra in acqua in rapporto 1 : 1. Venne coltivato a 24° C per 40 giorni; indi determinato l'azoto presente. Questo, detratta la quantità di quello introdotto con il materiale d'innesto, venne preso come indice del guadagno ottenuto riferendo i risultati a 1000 di soluzione nutritiva.

I risultati sono riferiti nella tabella IX e riportati nel grafico di fig. 19. Essi ci dicono che la fissazione biologica dell'azoto elementare può ritenersi, data la natura dei terreni, considerevole reggendo il confronto con quanto verificasi in altre zone ove anzi, talvolta, (es. terreni di Massa, Pisa, Talamone) appare essere inferiore (fig. 20).

Differenze sensibili tra i diversi suoli non sono state notate: appena un può più basso si manifesta il potere azotofissatore del terreno incolto rispetto agli altri. Riguardo alla profondità, quasi sempre superiore il processo apparì in superficie. Riguardo, infine, al

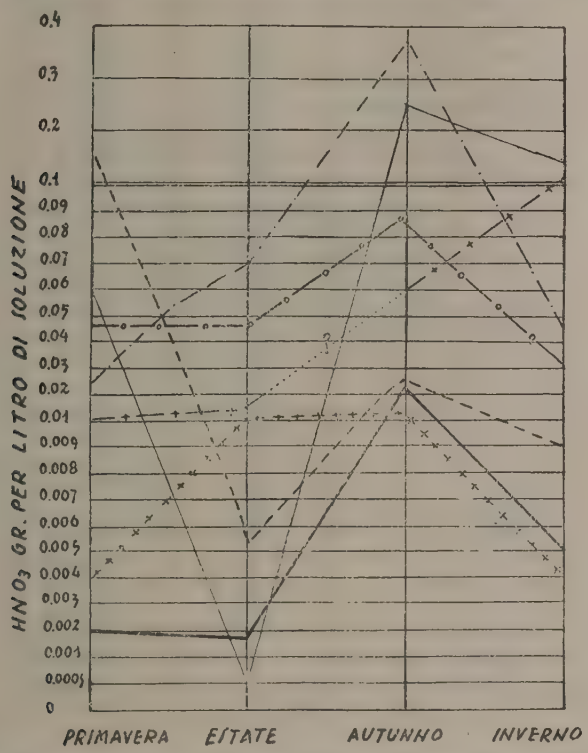

Fig. 18. — Andamento grafico del processo di nitrificazione nei terreni di Volterra ed in terreni di altre regioni toscane (per i segni vedasi fig. 10).

tempo, l'andamento si dimostrò omogeneo in tutti i suoli e differenze appena degne di nota, si registrarono in primavera. Valori più bassi che negli altri periodi si ebbero durante i mesi freddi (autunno, inverno); i massimi, invece, caddero in estate. Quest'ultimo fatto è singolare poichè è risaputo come in estate si verifica in genere (vedi anche il grafico di fig. 20) una depressione più o meno notevole nei processi d'induzione dell'azoto atmosferico. Difficile è darne una

TABELLA IX.

TERRENO		PRIMAVERA			ESTATE			AUTUNNO			INVERNO		
		gr. di N presente		guadagno N grammi per litro di soluzione	gr. di N presente		guadagno N grammi per litro di soluzione	gr. di N presente		guadagno N grammi per litro di soluzione	gr. di N presente		guadagno N grammi per litro di soluzione
		nel materiale di innesto	nella coltura al 40° giorno		nel materiale di innesto	nella coltura al 40° giorno		nel materiale di innesto	nella coltura al 40° giorno		nel materiale di innesto	nella coltura al 40° giorno	
Incolto	a cm. 15 — 20	0,007059	0,020043	0,051939	0,018829	0,041995	0,092864	0,006146	0,021829	0,062732	0,008325	0,023263	0,060652
	a cm. 30 — 40	0,006110	0,018133	0,048095	0,017283	0,043874	0,106360	0,005264	0,019530	0,057064	0,006169	0,019587	0,053672
A coltura I	a cm. 15 — 20	0,014318	0,035386	0,084427	0,023096	0,048510	0,101656	0,011207	0,029938	0,075122	0,010504	0,025308	0,059216
	a cm. 30 — 40	0,010714	0,028639	0,071700	0,021923	0,044641	0,090880	0,007481	0,022392	0,059642	0,009860	0,022506	0,050584
A coltura II	a cm. 15 — 20	0,011515	0,031504	0,079870	0,021341	0,047562	0,104884	0,008692	0,028092	0,077598	0,010447	0,024673	0,056904
	a cm. 30 — 40	0,010178	0,527684	0,070024	0,019794	0,045479	0,102732	0,005231	0,020559	0,061312	0,006502	0,021509	0,060028

spiegazione. Verisimilmente debbono intervenire fattori di natura, per il momento, non precisabili. Riguardo alle forme fu sempre, come è stato detto altrove, accertata la presenza di Azotobatteri soci,

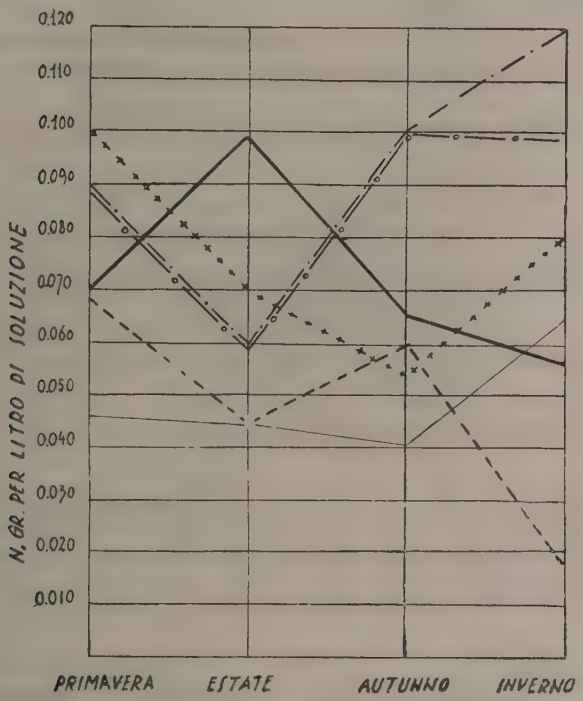

Fig. 19. — Andamento grafico del processo di azotofissazione nei terreni volterrani ed in terreni di altre regioni toscane (per i segni vedasi fig. 10).

più o meno frequentemente, a seconda delle circostanze, di altre forme oligonitrofile.

9. — Riassunto e conclusioni.

Quanto siamo venuti esponendo sulla microbiologia dei terreni argillosi pliocenici in quel di Volterra (Pisa) ci permette di fissare le seguenti conclusioni:

1° – Tali terreni, per quanto in precedenza ci era noto e in base a quanto noi stessi abbiamo potuto stabilire, si presentano, dal

punto di vista fisico-chimico, argillosi, compatti, abbastanza ricchi di carbonati, ma scarsissimi di sostanza organica, alcalini più o meno a seconda delle circostanze relative alle lavorazioni e concimazioni, ricchi in cloruri e solfati.

2° – Dal punto di vista microbiologico, per quanto si riferisce al numero dei germi, questo appare non considerevole, ma tut-

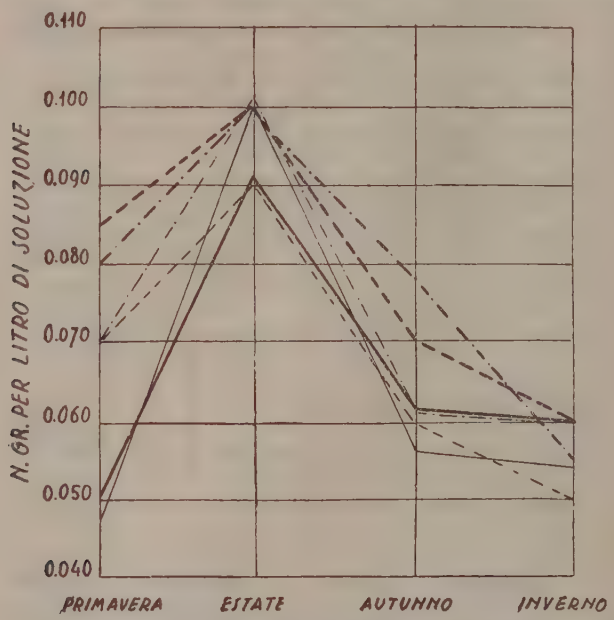

Fig. 20. — Andamento grafico del processo di azotofissazione nei terreni del Volterrano. (per i segni vedasi fig. 10).

tavia non basso come si riscontra in altri suoli pur dotati di una più elevata fertilità.

Tale numero, del resto, è stato trovato variare notevolmente nel tempo, e più nei suoli a coltura che si dimostrano più equilibrati, nel suolo incolto. I massimi, in linea generica, si sono verificati in autunno; i minimi, contrariamente a quanto si determina in altri terreni, in primavera.

3° – Circa la distribuzione qualitativa, in ogni terreno ed in ogni stagione si è avuta prevalenza di Schizomiceti su Attinomi-

ceti e Funghi. Questi due ultimi gruppi di germi furono comunque presenti, salvo rare eccezioni, ma senza rapporti corrispondenti nei diversi suoli e durante l'anno. Furono isolate 34 specie fra Batteri, Attinomiceti e Funghi, quasi tutte determinate e classificate. Molte di queste già altre volte avemmo occasione di isolare siccome sono frequenti nel terreno agrario ; inoltre fu isolata una specie di Blastomicete – *Torulopsis terricola* – altrove descritta.

4° – Sempre nei riguardi qualitativi fu accertata la presenza dell'Azotobatterio, di alcune forme di cellulositici e di germi riduttori di solfati.

5° – Per quanto si riferisce alla presenza di Protozoi risultò da ricerche di Brunetti la loro assenza nel terreno incolto e la loro scarsa preferenza nei terreni a coltura : su tutte le altre forme prevalsero le Amebe pochi essendo i Flagellati e rarissimi i Ciliati.

6° – Passando a notare le attività microbiochimiche fu in primo luogo accertata un'assai debole produzione di anidride carbonica specialmente nel terreno incolto in relazione alla scarsa provvista di sostanza organica.

7° – Nei riguardi del processo di ammonizzazione esso si mantenne entro limiti paragonabili a quelli di altri suoli se non talvolta superiore. Apparve essere pressochè uguale nel terreno incolto come in quello a coltura e pressochè uniforme nel tempo, eccetto in inverno ove si abbassa.

8° – Il potere di nitrificazione, invece, fu ridottissimo ed in alcuni campioni, in certi periodi, non fu registrata alcuna produzione di nitrati. Il soprasuolo, ad ogni modo, si è dimostrato sempre il più attivo. Il periodo di minore funzionalità fu l'autunno per i sottosuoli, periodo invece in cui si riscontrarono i massimi per i soprasuoli che apparirono attenuare il loro potere nitrificante in estate.

9° – Considerevoli furono i processi riduttivi sia di nitrati che di solfati. La denitrificazione fu veloce in autunno ed inverno, un po' più lenta in primavera, nulla in estate. Un po' più fiacco si dimostrò il suolo incolto che non quelli a coltura; il sottosuolo rispetto al soprasuolo.

10° – La fissazione dell'Azoto atmosferico apparì considerevole e anzi maggiore, che in altre regioni. Superiore in quelli a coltura che nell'incolto ; nel soprasuolo, in linea generica, che nel sotto-

suolo ; minima in autunno-inverno e massima all'opposto di quanto registrasi in altri luoghi, in estate.

Quanto è stato detto si intende riferito allo stato in essere dei suoli esaminati. Questa prima contribuzione non può avere la pretesa di tracciare in modo completo e definitivo il quadro delle complesse condizioni microbiologiche di questi suoli. Comunque ci illumina per certi fatti mettendo in evidenza, sopratutto, lo spiccato potere riducente di cui sono dotati ed avverte che le lavorazioni e le letamazioni, unici grandi fattori di bonifica di tali argille, hanno un fondamento anche e sopratutto microbiologico.

Dal Laboratorio di Batteriologia del R. Istituto sup. Agrario di Pisa.

OPERE CITATE

(1) Pratolongo U., *Manuale di chimica agraria*, Hoepli 1925.

(2) Sestini F., *Metodi e norme di analisi chimica*. A cura del dott. D. Martelli. Vallardi, Milano.

(3) Greaves I. E., *The microflora and the productivity of leached and non-leached alkali soil*. Soil Sci., vol. 23, pag. 271-300.

Greaves I. E. e Greaves I. D., *Nitrogen-fixers of leached alkali soils*. Soil Sci., vol. 34, pag. 375.

(4) Verona O., *Di due nuove specie di Torulopsis a pigmento rosso isolate dal terreno* (in corso di stampa in Archiv für Protistenkunde).

(5) Brunetti B., *Ricerche sui Protozoi del terreno*. 4. *I Protozoi dei terreni di Volterra* (in corso di stampa).

(6) Verona O., *Studio microbiologico di un terreno torboso*. Arch. für Mikr., vol. 5, pag. 328. 1934.

ROMA - TIP. OPERAIA ROMANA
VIA EMILIO MOROSINI N. 17
:: :: 1935 - ANNO XIII :: ::